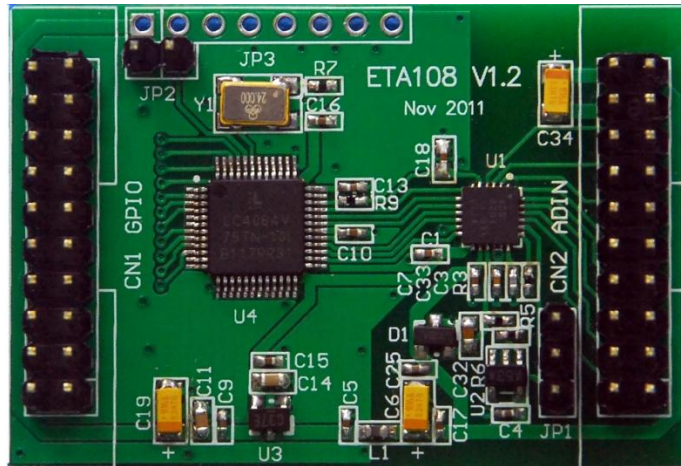


ETA108 数据采集模块应用手册

本手册只适用于 ESM335x Linux 系统上使用 ETA108 模块



感谢您购买英创信息技术有限公司的产品：**ETA108 数据采集模块**。

您可以访问英创公司网站或直接与英创公司联系以获得ETA108的其他相关资料。

英创信息技术有限公司联系方式如下：

地址：成都市高新区高朋大道5号博士创业园 邮编：610041

联系电话：028-86180660 传真：028-85141028

网址：<http://www.emtronix.com> 电子邮件：support@emtronix.com

一、ETA108 简介

ETA108 是英创公司推出的一款低成本高性能的 AD 采集模块，相比英创公司的其他数据采集扩展模块，ETA108 的一个主要特点是支持硬件周期脉冲触发 AD 采集，因此 ETA108 非常适合应用于要求高精度采样间隔的波形数据采集。

ETA108 仅靠简单的 4 线制 SPI 接口与英创主板连接，最大限度的降低了 ETA108 的硬件成本。其外形尺寸仅为 48mm×33mm，带有坚固插针，客户可把 ETA108 作为独立模块，直接插入其应用底板上，快速构建客户整机产品。

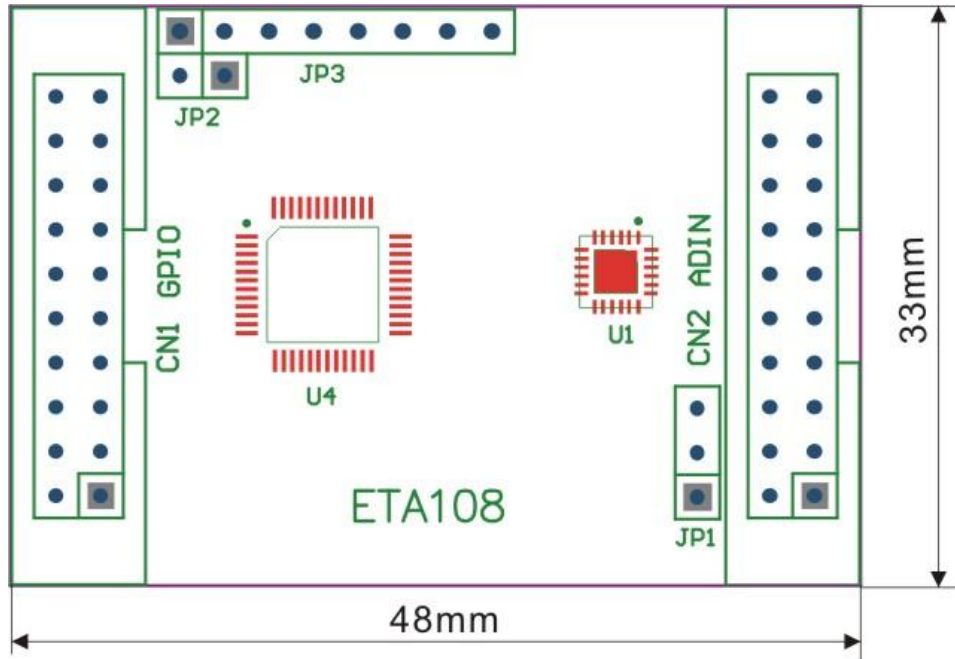
ETA108 波形数据采集模块可广泛应用于多通道波形记录仪、电力谐波分析、故障录波、振动信号分析、瞬态信号采集、通用数据采集等多种应用领域。

ETA108 的主要性能如下：

- 8 通道单端输入或 4 通道差分输入
- 输入量程 0~4.096V
- 每通道具有独立的高阻抗增益放大器(PGA),可实现各种传感器之间的直接接口连接，并支持用户配置通道增益(Gain=1/2/4/8)
- AD 转换精度 12bit
- AD 最高采样速度 100ksps
- 可选择多种平均操作模式，使输出 AD 精度达到 14bit
- 单 5V 供电

二、接口定义与电气特性

ETA108 的硬件设计使得用户既能快速方便的对它进行评估，又能很好的融入用户自己的产品设计中。用户对 ETA108 进行评估时，可通过带线与英创评估底板的 GPIO 相连，以方便进行功能评估。在用户自己做应用底板时，ETA108 可以作为一个“器件”背插在用户的应用底板上，以获得最佳的数据传输性能。我们提供 ETA108 Protel 形式的器件 PCB 封装，以方便用户 layout，**如果用户要将 ETA108 背插在自己的应用底板上，在 PCB 布板时，需要仔细确认 ETA108 封装镜像问题，以免出错。**图 1 是 ETA108 的外观示意图。



ETA108 使用 SPI 接口与英创主板连接，CN1 与英创评估底板上的 GPIO 插座相对应，可直接与英创各系列的评估底板相连，ETA108 使用了 GPIO 中的 7 位，定义如下：
（如无特殊说明，PCB 方孔为 1 脚，交错排列）

表 1: ETA108 CN1 信号定义

CN1		信号名称及简要描述
Pin	GPIO	ESM335x
1	GPIO16	NC
2	GPIO17	NC
3	GPIO18	NC
4	GPIO19	NC
5	GPIO20	NC
6	GPIO21	NC
7	GPIO22	NC
8	GPIO23	M/S_SEL
9	GPIO24	NC
10	GPIO25	NC
11	GPIO26	PWM
12	GPIO27	NC
13	GPIO28	SPI_MISO

14	GPIO29	SPI_MOSI
15	GPIO30	SPI_SCLK
16	GPIO31	SPI_CS#
17/18	VCC(+5V)	VCC
19/20	GND	GND

如需在 ESM335x Linux 上使用 ETA108，需要配置专用系统，占用 ESM335x 的 spi(gpio28~31)、i2c (gpio26) 以及 gpio23，其中 i2c 将不再引出给用户使用，而 spi 以及 gpio23 在不使用 ETA108 模块时功能正常。表 1 中标注为 NC 的 gpio 表示没有使用，用户可做其它用途使用。

CN2 是 ETA108 的模拟信号输入插座，其定义如下：

表 2: ETA108 CN2 信号定义

信号名称及简要描述	CN2		信号名称及简要描述
	Pin	pin	
ADCH0, 模拟通道单端输入通道 0 或差分通道 0	1	2	AGND, 模拟地
ADCH1, 模拟通道单端输入通道 1 或差分通道 0	3	4	AGND, 模拟地
ADCH2, 模拟通道单端输入通道 2 或差分通道 1	5	6	AGND, 模拟地
ADCH3, 模拟通道单端输入通道 3 或差分通道 1	7	8	AGND, 模拟地
ADCH4, 模拟通道单端输入通道 4 或差分通道 2	9	10	AGND, 模拟地
ADCH5, 模拟通道单端输入通道 5 或差分通道 2	11	12	AGND, 模拟地
ADCH6, 模拟通道单端输入通道 6 或差分通道 3	13	14	AGND, 模拟地
ADCH7, 模拟通道单端输入通道 7 或差分通道 3	15	16	AGND, 模拟地
AGND, 模拟地	17	18	AGND, 模拟地
VCCA(+5V), 模拟电源	19	20	VCCA, 模拟电源

ETA108 为单电源供电模块，实际使用时仅需要为 ETA108 CN1 的 17、18 脚提供 +5V 电压即可。ETA108 主板上对电源的处理如下图：

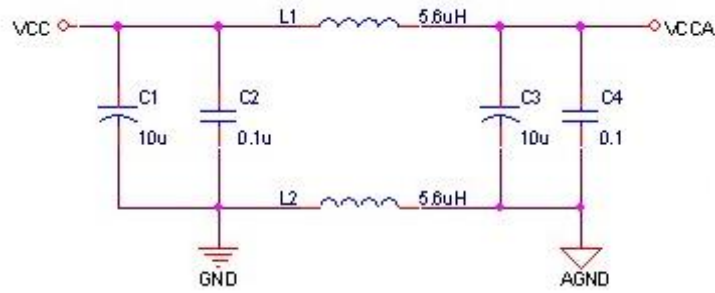


图 1:ETA108 Power

JP1: [PGA](#) 基准电压选择，定义如表 3:

表 3: ETA108 JP1 信号定义

Pin	信号名称及简要描述
1	$1/2 V_{REF}$
2	PGA REF
3	AGND

短接 JP1 的 1-2 脚，ETA108 为[差分输入](#)模式，短接 JP1 的 2-3 脚，可设置 ETA108 工作在[单端输入模式](#)测量模式。

三、操作原理

ETA108 是一个完整的数据采集系统，它包含了一个 8 通道多路选择器，每个通道具有一个连续的可编程增益放大器（PGA, $G=1,2,4,8$ ），并包含一个 12bit 的逐次逼近式 AD 转换器（SAR ADC）。利用其每通道独立的高阻抗增益放大器(PGA)，ETA108 可单端输入和真正意义上的差分输入，并可实现各种传感器之间的直接接口连接。

3.1 通道多路复用与可编程增益放大器（PGA）

图 3 展示了 ETA108 的多路复用器，可编程增益放大器和 SAR ADC。PGA 的增益可设置为 1、2、4、8。需要注意的是，在配置 PGA 增益时，要确保 PGA 的输出（PGA OUT）在 0V 与 +REF 之间。+REF 是 ADC 参考电压，ETA108 的参考电压 $V_{REF}=4.096V$ 。

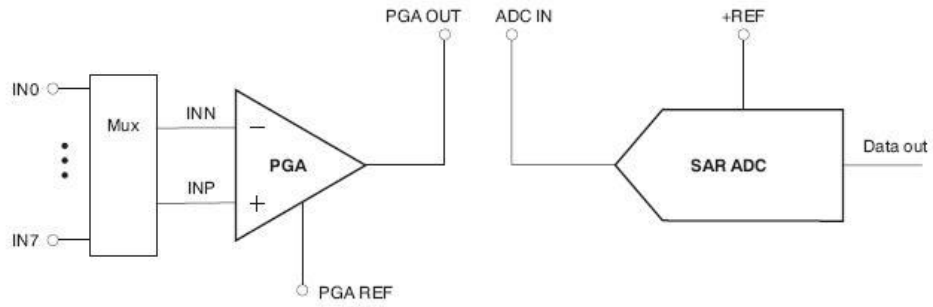


图 2: ETA108 Multiplexer、PGA、SAR ADC

3.2 单端应用

通过通道配置寄存器（ADC CCR ADDR=00h to 03H）设置 ETA108 工作在单端模式。在这种模式下，输入模拟信号被连接到内部 PGA 的 INP, PGA 的 INN 在内部连接到 AGND。PGA 的参考电压需要通过跳线器 JP1 连接到 AGND。如图 4 所示。

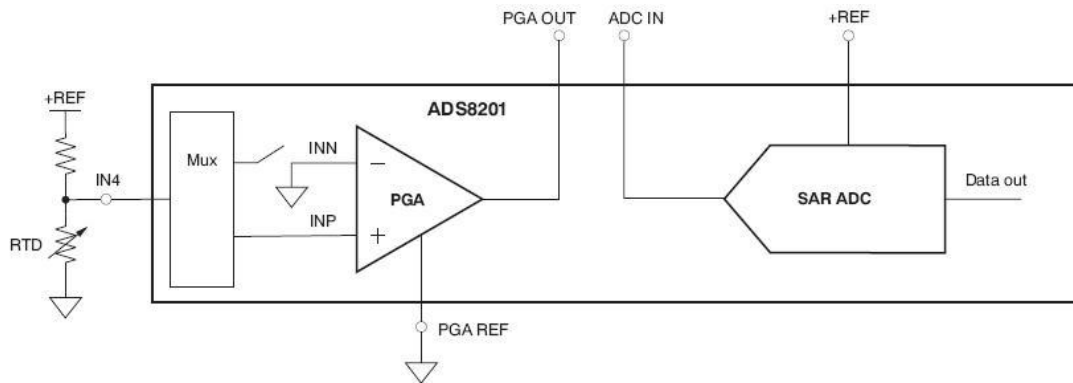


图 3: ETA108 单端应用

3.3 差分应用

同样的，可以通过通道配置寄存器（ADC CCR ADDR=00h to 03H）设置 ETA108 工作在差分模式。如图 5。CH0 与 CH1 之间的共模信号将被抑制，仅差分信号会被 PGA 放大。

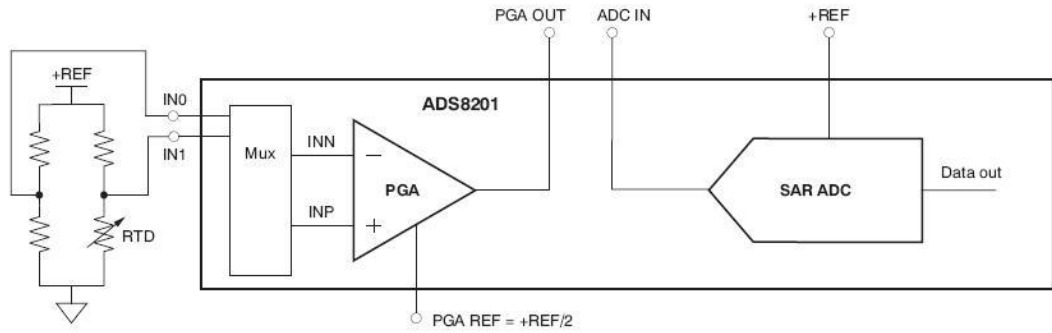


图 4: ETA108 差分应用

比如，如果在 CH0 与 CH1 之间输入如下电压，PGA OUT 将会按公式(1)输出。

$$PGA\ OUT = (INP - INN) \times PGA\ Gain + PGA\ REF$$

公式(1)

表 4

INN	INP	PGA REF	PGA Gain	PGA OUT
2.5V	2V	2V	2	1V
2V	2.1V	2V	4	2.4V
0V	0.5V	0	8	4V

另外，ETA108 作为单电源供电系统，当 $INP - INN < 0$ 时，PGA 无法输出低于地电平的电压。在这种情况下，需要设置一个合适的 PGA 参考电压，以得到正确的值，通常情况下，应设置 $PGA\ REF = +1/2V_{REF} = 2.048V$ 。在 ETA108 上通过跳线器 JP1 设置。

3.4 转换结果

调用我们提供的驱动程序，读取的转换结果是一个 16bit 的数据，其定义如下：

bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
data	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0

图 5: ETA108 转换结果

其中第 0、1 位总是 0，第 2、3 位平均模式下增加的 2 位分辨率，第 3-15 为 12bit 的 AD 数据。

理想情况下，输入电压与 AD 输出的 12bit (D13~D2) 数据定义如下：

表 5: 理想情况下的 AD 转换结果

描述	模拟量输入	数字量输出	
满量程范围	V_{REF}	二进制	十六进制
最小分辨率 (LSB)	$V_{REF}/4096$		
满量程	$V_{REF}-1LSB$	1111 1111 1111	FFFF
1/2 量程	$V_{REF}/2$	1000 0000 0000	8000
1/2 量程-1LSB	$V_{REF}/2-1LSB$	0111 1111 1111	7FFF
零	0V	0000 0000 0000	0000

3.5 平均模式

ETA108 使用的 AD 芯片，提供了多次平均操作模式，利用这个特性，可将噪声抑制到原来的 $1/\sqrt{\text{Number of Samples}}$ ，并能得到大于 12bit 分辨率的转换结果。通过配置 ADC SCR 寄存器使用 ETA108 的平均操作功能，有快速平均和精确平均两种模式可以选择。

快速平均模式：对 4，8 或 16 次采样结果做平均，可增加 AD 分辨率到 13bit 或 14bit，快速平均模式适用于输入到 PGA 的信号比较稳定的情况。

精确平均模式：对 4，8 或 16 次采样结果做平均，可得到比快速平均模式更精确的采样结果。此模式在输入信号不太稳定的情况下适用。

使用 4 次平均模式总采样速度不得高于 20ksps，使用 8 次平均模式总采样速度不得高于 10ksps，使用 16 次平均模式采样速度不得高于 5ksps。当用户采用默认设置进行采样时，我们的驱动会根据用户设置的采样速度进行设置，使用能够达到的最高平均模式以提高采样精度。用户也可自行设置。

3.6 配置寄存器

ETA108 包含 5 个可写寄存器：4 个通道配置寄存器(CCR)和一个 ADC 系统配置寄存器（ADC SCR）。可通过在我们提供的驱动程序中的数据结构体 `eta108_config` 的 `config` 成员来设置 ETA108 的寄存器。对寄存器的写操作定义如下：

Register Addresses								Data								
bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
data	1	0	A3	A2	A1	A0	0	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

图 6: 寄存器写

表 6: 寄存器地址

REGISTER	A3	A2	A1	A0
Channel 0/1 CCR	0	0	0	0
Channel 2/3 CCR	0	0	0	1
Channel 4/5 CCR	0	0	1	0
Channel 6/7 CCR	0	0	1	1
ADC SCR	0	1	0	0

通道 0/1 CCR (Address 00h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 1 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 1 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 0/1 单端/差分选择 0: CH0/1 单端输入 (default) 1: CH0/1 差分输入

D[1:0]	通道 0 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
--------	---

通道 2/3 CCR (Address 01h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 3 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 3 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 2/3 单端/差分选择 0: CH2/3 单端输入 (default) 1: CH2/3 差分输入
D[1:0]	通道 2 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

通道 4/5 CCR (Address 02h)

D[7:6]	未使用
--------	-----

D[5:4]	通道 5 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 5 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 4/5 单端/差分选择 0: CH4/5 单端输入 (default) 1: CH4/5 差分输入
D[1:0]	通道 4 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

通道 6/7 CCR (Address 03h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 7 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 7 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 6/7 单端/差分选择 0: CH6/7 单端输入 (default)

	1: CH6/7 差分输入
D[1:0]	通道 6 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

ADC SCR (Address 04h)

D[7:5]	平均模式选择 000: 不平均 (default) 001: 快速平均, 4 次采样 010: 快速平均, 8 次采样 011: 快速平均, 16 次采样 100: 不平均 101: 精确平均, 4 次采样 110: 精确平均, 8 次采样 111: 精确平均, 16 次采样
D[4:0]	未使用, 置 0

四、软件接口

4.1 驱动程序

在使用 ETA108 之前, 需要在系统中先加载 ETA108 的驱动程序。我们提供 eta108.ko 驱动模块, 用户使用 `insmod / (目录)/eta108.ko` 命令就可以加载驱动。

为了实现 ETA108 的高速数据采集, 在其驱动程序中, 充分利用了 ESM335x 的高性能 DMA 技术, 从而保证了 ETA108 与 ESM335x 主板之间仅靠简单的 4 线制 SPI 接口就实现了硬件连接, 同时, DMA 技术的引入, 也将数据采集对系统性能的影响降到最低。考虑到实际应用, ESM335x ETA108 驱动程序支持单次采样模式和连续采样模式。在讨论两种采样模式之前, 先说明一下驱动程序中的 eta108_config 结构体。

eta108_config 结构体是 ETA108 的配置数据结构体，包含了采样率，采样长度，采样通道设置，通道寄存器配置等参数。其定义如下：

```
struct eta108_config
{
    unsigned int rate;
    unsigned int count;
    unsigned int channel;
    void *config;
    unsigned int config_len;
};
```

在我们提供的驱动程序中，eta108_config 结构体即可用于函数的输入参考，也可作为输出参数使用，其结构体成员含义说明如下：

表 7: ADS_CONFIG 结构体定义

成员	定义
	输入参数
rate	设置总的采样率， 每通道采样率= rate/通道数
count	设置每个 AD 通道的采样次数 >0: 单次采样 =0: 连续采样
channel	设置需要采样的通道，对应位置 1
config	指向 AD 通道配置的 buffer，此参数用于设置 ETA108 的寄存器，config =NULL 时，系统将使用默认配置
config_len	config 指向 buffer 的长度

ETA108 单通道采样时采样速度可以达到 100ksps，如果多通道采样，由于内部通道转换需要时间，最高只能达到 50ksps，rate 设置需要满足此限制。channel 的低 8bit (bit0~bit7) 依次对应 AD 通道 0~通道 7，如果要采集某个通道的数据，需要将其对应的位置为 1。比如要采集通道 0、通道 1 和通道 7 的数据，则应设置 channel=0x83；差分

模式下只需设置差分通道中的一个通道的对应位为 1，比如通道 0、通道 1 在差分模式下工作，只需将 0 通道位置 1，设置 `channel=0x1`。

4.2 单次采样

设置 `count>0` 时，ETA108 工作在单次采样模式。此模式下，启动一次 AD 采集，当采集完指定长度的数据后（每通道采样次数*采样通道数），驱动程序将自动停止 AD 转换。

4.3 连续采样

设置 `count=0` 时，ETA108 工作在连续采样模式。在连续采样模式下，驱动程序连续不断的进行数据采集。

由于驱动内部使用 DMA 来减小系统负载，同时驱动内部缓存大小有限，两种模式下驱动每采集到 512 个点的数据（1kB 数据大小）或者采样结束就会通知用户程序，建议应用程序中 `select` 函数和 `read` 函数一起使用尽快读出数据，以避免驱动维护大量的数据缓存。

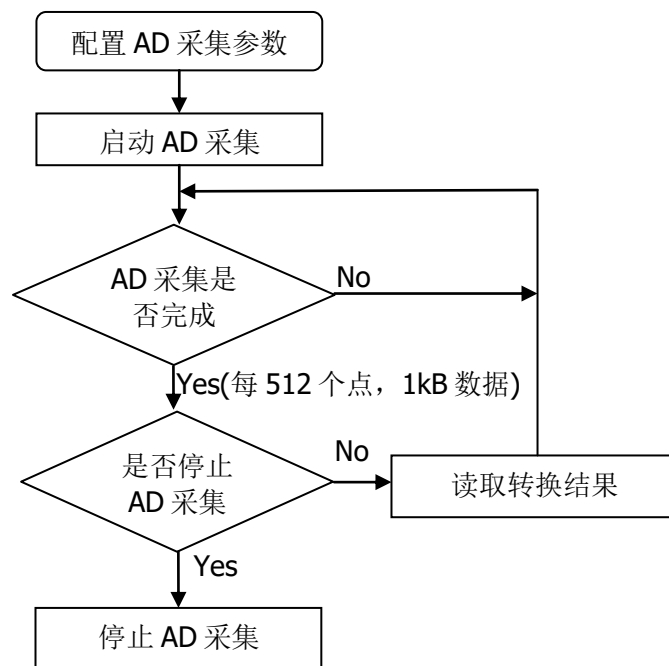


图 7: 连续采样处理流程

多通道连续采样模式下，应用程序从驱动中读得的 AD 数据是按通道依次存放的，低通道在前，比如应用程序同时连续采集 CH1,CH2,CH5 三个通道，`read()` 函数读得的 AD 数据存放为 CH1、CH2、CH5、CH1、CH2、CH5、CH1.....，每个通道 16bit:

```
read(fd, buf, 1024); //1024 字节, 512 个数据
```

表 8: 多通道连续采样 AD 数据存放顺序

对应数据 (16bit)	1	2	3
buf	CH1	CH2	CH5
buf+3	CH1	CH2	CH5
buf+6...(512 个数据)		

4.4 接口函数

1. 加载设备驱动:

```
#: insmod /(目录)/eta108.ko
```

会自动创建设备文件 /dev/eta108

2. 打开设备文件-open:

```
int fd = open ( "/dev/eta108", O_RDWR, S_IRUSR | S_IWUSR );
```

3. 设置采样参数-write:

```
struct eta108_config transfer;
memset ( &transfer, 0, sizeof(transfer) );
transfer.rate = 100000; //采样速率
transfer.channel = 0x1; //采样通道
transfer.count = 10000; //每通道采样次数
//自定义设置, 此处为0通道设置GPA放大2倍, 设置为NULL时采用默认设置
unsigned short cmd[1] = {0x8004};
transfer.config_len = 2; //2字节
transfer.config = cmd;
if(write ( fd, &transfer, sizeof(transfer) )<0)
{
    printf ( "WRONG!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!\n" );
    exit ( 1 );
}
```

4. 启动采样:

```
if(ioctl ( fd, ETA108_START, &transfer )<0)
{
    printf ( "START WRONG!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!\n" );
    exit ( 1 );
}
```


5. 停止采样:

```

if(ioctl ( fd, ETA108_STOP, &transfer )<0)
{
    printf ( "STOP WRONG!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!\n" );
    exit ( 1 );
}

```

6. 读取采样数据-read:

驱动内部每采集 512 个点（1kB）的数据或者采样结束就会通过 **select** 函数通知应用程序，建议应用程序中尽快读出数据，进行存储或者计算，**read** 函数返回实际读取的字节数。

```

int count_in_byte = 0;
int read_count=0;
char read_buf[transfer.count*2*1]; // 1个通道, 每个数据2个字节
char *real_read = read_buf;
for ( i=0; count_in_byte<transfer.count*2*1; i++ )
{
    FD_ZERO(&fdRead);
    FD_SET(fd,&fdRead);

    aTime.tv_sec = 2;
    aTime.tv_usec = 0;
    ret = select ( fd+1, &fdRead, NULL, NULL, &aTime );
    if ( ret<0 )
        printf( "select, something wrong!\n " );
    if ( ret>0 )
    {
        if ( FD_ISSET(fd, &fdRead) )
        {
            read_count = read(fd, real_read, 1024);
            if ( read_count<0 )
            {
                printf ( "READ WRONG!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!\n" );
                exit ( 1 );
            }
            real_read += read_count;
            count_in_byte += read_count;
            printf("read_count = %d\ncount_in_byte = %d\n",

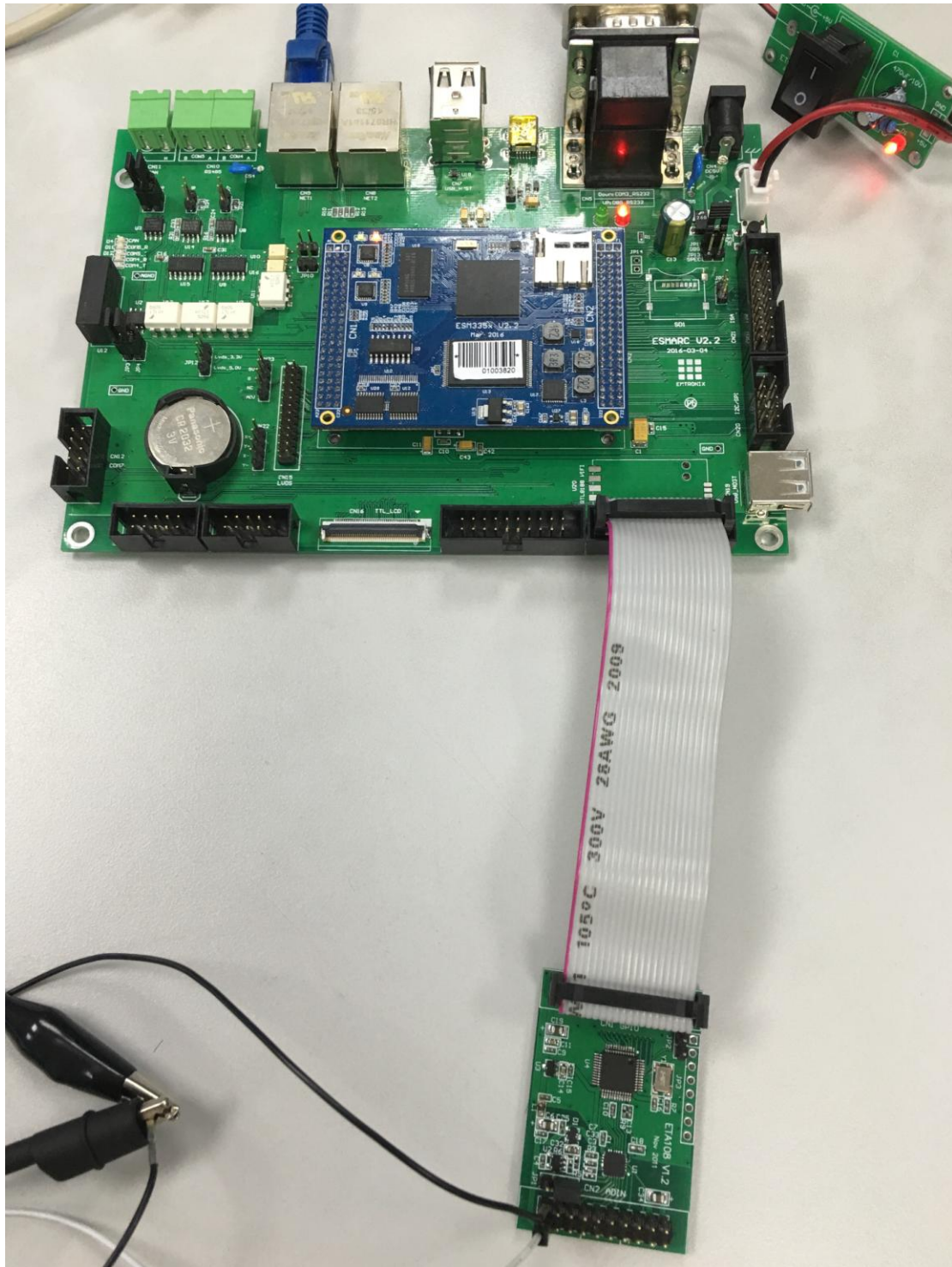
```

```
read_count, count_in_byte);  
        }  
    }  
}
```

7. 关闭设备文件:

```
close ( fd );
```

ETA108 与 ESM335x 相连便可直接进行数据采集：



用户如需使用 ETA108 模块，请和我们联系